

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA
Institut environmentálního inženýrství

Ekologicko-faunistická charakteristika stejnonožců (Isopoda) ve městě

Bakalářská práce

Autor práce:
Vedoucí práce:

Erika Remešicová
Ing. Jiří Kupka, Ph.D.

2011

VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY
Institute of environmental engineering

Ecologic-faunistical characteristics of isopods (Isopoda) in the city

Bachelor's thesis

Author:
Supervisor:

Erika Remešicová
Ing. Jiří Kupka, Ph.D.

2011

Prohlášení

Prohlašuji, že

- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. -autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst.3)
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše)

V Ostravě 26. 04. 2017

Jitka Remesíková

Jurkovičova 101, 90603 Smrdáky, Slovenská republika

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat Ing. Jiřímu Kupkovi, Ph.D. za cenné rady a pečlivé vedení mé bakalářské práce. Můj dík patří i panu Andrejovi Mockovi RNDr., Ph.D. za ochotu a bezúplatné poskytnutí potřebných materiálů.

V neposlední řadě bych se ráda poděkovala mé rodině. Rodičům za podporu a pomoc při schánění potřebných materiálů a své sestře za doprovod v terénu.

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracovala samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Ostravě dne 26. 04. 2017

.....*Pemexicová*.....

ABSTRAKT

Remešicová, Erika: Ekologicko-faunistická charakteristika stejnonožců (Isopoda) ve městě

Předkládaná bakalářská práce je výsledkem studia řádu Isopoda. Zabývá se především ekologií stejnonožců, kde je velká pozornost věnována suchozemským stejnonožcům vyskytujícím se v městském prostředí. Práce má převážně rešeršní charakter, ale je také doplněna o výsledky vlastního obecného průzkumu, který byl při studiu dané problematiky realizován.

Teoretická část pojednává o morfologii stejnonožců a stručně objasňuje i jejich vnitřní stavbu těla. Dále je zde věnován prostor popisu čeledí stejnonožců vyskytujících se na území Slovenské republiky. Jako nejdůležitějším se jeví kapitola o ekologii stejnonožců, která objasňuje jejich výskyt a způsob života.

Praktická část má obecný charakter a slouží k bližšímu porozumění životu stejnonožců, a to přímým kontaktem s nimi. Vlastní zkoumání probíhalo v oblasti obce Smrdáky na západě Slovenské republiky. Sběr jedinců byl uskutečňován pomocí zemních pastí a ručního sběru. Díky rozličnému charakteru jednotlivých lokalit pak bylo možné pozorovat závislost stejnonožců na prostředí, a tedy i faktory ovlivňující jejich výskyt v prostředí městském.

Klíčová slova: stejnonožci, městské prostředí, ekologie, zemní pasti

ABSTRACT

Remešicová, Erika: Ekologic-faunistical characteristics of isopods (Isopoda) in the city

The submitted bachelor's thesis is the result of the study of Isopoda. It considers mainly about an ecology of isopods, where the big attention is devoted to the terrestrial isopods, which occur in the urban environment. This thesis has retrieval character primarily, but it is also supplied with own general research, that was carried out besides collecting of informations.

The theoretical part treats of the morfology of isopods and also elucidates their intracorporal anatomy concisely. Another unit of the theoretical part is the description of families of isopods, which emerge in Slovakia. The most important chapter of this thesis is the part about the ecology of isopods, that clear up an occurrence of isopods and a form of their life.

The practical part is general and it is instrumental for better understanding of life of isopods thanks to the direct contact with them. Own researching took place in the area of the village Smrdáky, in the west of Slovakia. The collecting of individuals was realize throught the pitfall traps and collecting by hand. Help to different characters of particular localities, it was possible to observe the dependence of isopods on the environment and also on factors that impact their occurrence in the urban environment.

Keywords: isopods, urban habitat, ecology, pitfall traps

OBSAH

ÚVOD	9
1 CHARAKTERISTIKA STEJNONOŽCŮ.....	10
1.1 Morfologie stejnonožců	11
1.2 Životní funkce stejnonožců	16
1.3 Charakteristika jednotlivých čeledí stejnonožců na území Slovenské republiky	20
2 EKOLOGIE STEJNONOŽCŮ	29
2.1 Faktory ovlivňující výskyt stejnonožců	29
2.2 Bioindikace.....	31
2.3 Potrava.....	33
2.4 Projevy chování	34
2.5 Volvace	35
2.6 Vodní a teplotní bilance	35
3 ISOPODA VE MĚSTĚ.....	37
4 METODY STUDIA STEJNONOŽCŮ	39
4.1 Způsoby sběru a úprava materiálu	39
4.2 Ověřování poznatků v praxi	40
5 DISKUZE.....	43
ZÁVĚR	44
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	45
SEZNAM OBRÁZKŮ	52

ÚVOD

Stejnonožci (Isopoda) jsou skupinou živočichů, která si obdobně jako všichni živí tvorové zaslouží speciální pozornost. Jedná se o živočichy možná zcela nenápadné, avšak jistě zajímavé a v mnoha ohledech jedinečné. Přestože jsou to druhy původně mořské, dokázali se zcela přizpůsobit na suchozemský způsob života.

Při šíření živočichů ve městě dochází k osídlování člověkem obývaného území a k vytvoření zajímavých společenstev, které by za jiných podmínek nemohly být vytvořeny, protože městské prostředí ovlivňuje stejnonožce jinými faktory a disturbancemi, nežli prostředí přírodní. Do urbánního prostředí se jedinci dostávají z parků nacházejících se ve městě, z okolních lesů, zemědělsky využívaných ploch, či okrajových částí sídel jako jsou zahrady, nebo rekreační zóny (Droběnová et Mock, 2009).

Stejnonožci byli zvoleni jako modelová skupina za cílem objasnění jejich významu v životním prostředí, zejména v prostředí městském. Nejenže jsou podstatnou složkou mnohých ekosystémů, ale uplatňují se i jako bioindikátoři kontaminace prostředí.

Cíle práce

Tato práce si klade za cíl získání co nejvíce dostupných poznatků o stejnonožcích, studium metod odchytu a determinace jedinců a následovní ověření si získaných znalostí v praxi. Za další cíl má poukázání na možnosti využití stejnonožců v hodnocení stavu životního prostředí a studium jejich bioindikačního významu.

1 CHARAKTERISTIKA STEJNONOŽCŮ

Stejnonožci (*Isopoda*) patří do třídy rakovců (*Malacostraca*) podkmene korýši (*Crustacea*) kmene členovci (*Arthropoda*). Stejnonožci jsou nejrozmanitější a druhově nejbohatší řád z nadřádu *Paracarida*. Vyskytují se téměř na všech typech stanovišť a zahrnují přibližně 10 000 popsáných druhů (Brusca, 1997).

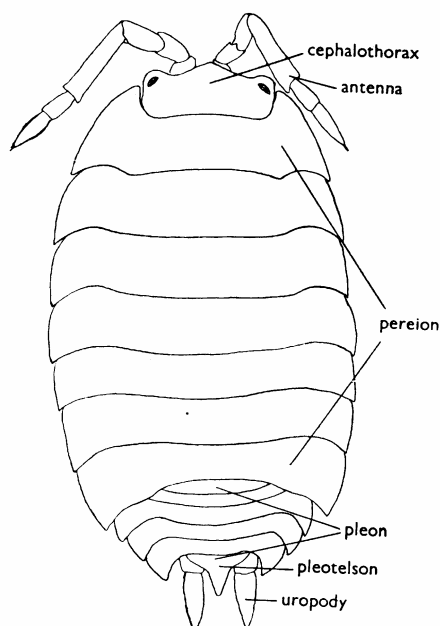
Suchozemští stejnonožci žijící na území bývalého Česko-Slovenska se zřejmě vyvinuli z mořských forem. Postrádají však lipofilní vrstvu, která má za úkol chránit tělo před vyschnutím. K roku 2004 bylo na Zemi popsáno celkem 3637 druhů suchozemských stejnonožců (Schmalfuss, 2003). Na území Slovenské republiky byl prokázán výskyt zástupců ze třinácti čeledí, a to *Ligidiidae*, *Mesoniscidae*, *Styloniscidae*, *Trichoniscidae*, *Buddelundiellidae*, *Oniscidae*, *Philosciidae*, *Platyarthridae*, *Porcellionidae*, *Armadillidiidae*, *Trachelipodidae*, *Agnaridae* a *Cylisticidae* (Mock, 2011). V České republice se nachází celkem deset čeledí, jsou to obdobně jako v Slovenské republice čeledi *Ligidiidae*, *Trichoniscidae*, *Buddelundiellidae*, *Oniscidae*, *Platyarthridae*, *Philosciidae*, *Armadillidiidae*, *Porcellionidae*, *Trachelipodidae* a *Cylisticidae*, které jsou zde zastoupeny celkem čtyřiceti dvěma druhy (Tuf et Tufová, 2008). Některé druhy v České republice se úzce vážou na ohrožená nebo mizející stanoviště, a proto také zasluhují zvláštní pozornost a ochranu. Mnohdy souvisí jejich ochrana s ochranou celých ekosystémů, ve kterých se vyskytují. Jiné si pozornost zasluhují tím, že areál jejich výskytu jen úzce zasahuje na území České republiky, kde může být příkladem druh *Trichoniscus crassipes* z jižních Čech. Tento druh se vyskytuje v Novohradských horách, které poskytují pro něj vhodné, člověkem téměř nedotčené stanoviště. Za zranitelné (vulnerable) se považují druhy *Hyloniscus mariae*, *Trichoniscus crassipes*, *Armadillidium versicolor*, *Armadillidium zenckeri* a mezi téměř ohrožené druhy patří *Armadillidium pulcellum*, *Armadillidium pictum* a *Trachelipus waechterli* (Tajovský, 2005, Tuf et Tufová, 2008, Mišurcová, 2007).

V našich zeměpisných podmínkách se stejnonožci zdržují v nížinách a pahorkatinách, kde upřednostňují tmavá a chladná stanoviště. Mohou být nalezeni pod kameny, kůrou, mechovými porosty, nebo i v půdě. Stejnonožci jsou významní dekompozitoři živící se zbytky rostlin, podhoubím nebo plísněmi a jedná-li se o druhy synantropní, jako potrava mohou posloužit také hnijící brambory. Isopoda nejsou považováni za škůdce, avšak

v lidských příbytcích jsou hygienicky nežádoucí. Samičky stejnonožců se dožívají věku dvou až tří let, kdežto samečkové hynou po uplynutí poloviny této doby (Hanzák et al., 1973; Vostal, 2003; Warburg, 1993).

1.1 Morfologie stejnonožců

Tělo stejnonožců je článkované, shora nápadně zploštělé a skládá se ze tří částí (Obr. 1). První z nich je hlavohrud' (*cephalothorax*), která vzniká srůstem předního hrudního článku s hlavou. Druhou částí je hrud' (*thorax, pereion*), která je složena ze sedmi volných článků a částí poslední je zadeček (*abdomen, pleon*). Všechny původní články těla stejnonožců nesou jeden pár končetin, tedy kromě posledního článku (*telson*). Nohy vyrůstají v sedmi párech a jsou stejného tvaru a velikosti, odkud vzniká pojmenování Isopoda (Brusca, 1997; Frankenberger, 1959; Hanzák et al., 1973).



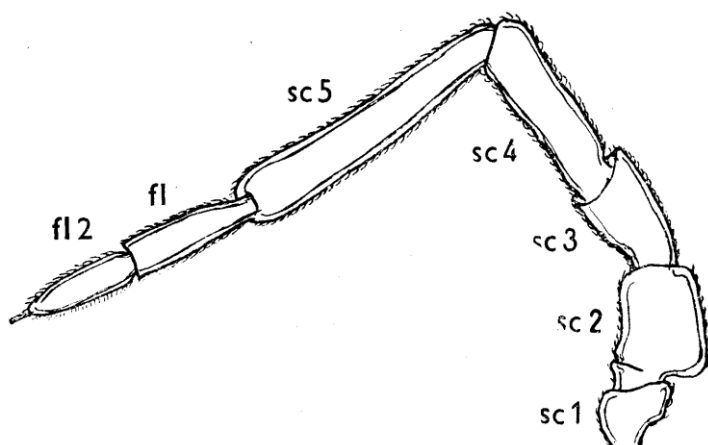
Obr. 1: Stavba těla stejnonožců (Frankenberger, 1959)

Hlavohrud'

Hlavohrud' je celek složen ze sedmi článků, z nichž prvních šest tvoří vlastní hlavu a článek sedmý je thorakálním článkem, sekundárně splynutým s hlavou. U nižších taxonů řádu Isopoda je tento srůst dobře viditelný v podobě rýhy, kdežto u Isopoda vyšších taxonů zůstaly zachovány jen zbytky rýhy po bocích cephalothoraxu. Šest hlavových segmentů členíme podle funkce na článek oční, antennulární, antennární, mandibulární, první maxillulární a druhý maxillulární. Důležitou součástí hlavohrudi jsou oči, jejichž počet u jednotlivých druhů značně kolísá. U druhů které mají oči dobře vyvinuty, se vyskytují takzvané facetové oči. Jedná se oči složené z velkého množství oček (*ommatidia*). Na území bývalého Česko-Slovenska se však vyskytuje jen jeden rod s facetovými očima a to rod *Ligidium*, u kterého počet oček může dosahovat hodnoty až 120. I další rody mají složené oči, avšak počet oček už značně klesá (od třiceti oček přes jednodílné oči až po druhy zcela slepé, např. rody *Plathyarthus* nebo *Mesoniscus*) (Frankenberger, 1959).

Na spodní části hlavohrudi se nacházejí břišní štítky (*sternity*), mezi kterými se vyskytuje ústní otvor s příslušnými orgány. Mezi ústní orgány stejnonožců patří kusadla (*mandibuly*), 2 páry čelistí (*maxilly*), čelistní nožičky (*maxillipoedy*) a dva páry tykadel (*antennulae*, *antennae*). První páry tykadel (*antennulae*) jsou využívány jako chemoreceptory a slouží k rozpoznávání pachů. Podle objevitele tohoto smyslu jsou nazývány Leydigovými orgány. Antennuly jsou složeny ze dvou částí, násadce (*scapus*) a bičíku (*flagellum*). Bičík je pak složen z menších dílků, u našich druhů z jednoho až tří. Druhý pár tykadel (*antennae*) je značně viditelnější a výraznější. Tyto tykadla se skládají, obdobně jako první, z násadce a bičíku, ale násadec je složen z pěti částí a bičík má počet článků velmi proměnlivý, v závislosti podle druhu (2- 13). Druhý pár tykadel slouží zejména k hmatové funkci, kterou vykonává prostřednictvím jemných brv nalézajících se na konci posledního článku bičíku (Obr. 2). U některých druhů jsou články tykadel znakem pohlavního dimorfizmu. Například u druhu *Hyloniscus* jsou články násadce u samečků mohutnější než u samic (Frankenberger, 1959). Kusadla (*mandibuly*) jsou složeny z jedné nebo dvou částí. U vyšších čeledí řádu Isopoda se vyskytuje jenom jedna část zvaná *pars incisiva*, která má vzhled tvrdých, silně chitinizovaných hrotů. U jedinců nižších se kromě *pars incisiva* objevuje také *pars molaris*, a to v podobě tvrdých hrbolů. Obecně však platí, že jsou mandibuly výrazně nesouměrné. Dalšími ústními orgány jsou čelisti. První čelisti

(*maxillulae*) slouží zejména k jemnějšímu zpracování potravy. Skládají se z dvojdílného basálního článku přirostlého k spodní části hlavy a ze dvou výběžků (*endity*). Vnější endity jsou mohutnější a na konci mají ostré hroty, kdežto endity vnitřní jsou mnohem slabší a jsou opatřeny brvami (*penicilli*). Čelisti druhé (*maxillae*) mají podobu výběžků, které se pak větví na dva ploché výčnělky (*endity*) s brvami. Význam těchto čelistí spočívá v transportu potravy, zpracované kusadly a prvními čelistmi. Poslední částí ústních orgánů jsou čelistní nožičky (*maxillipedes*), které náleží k prvnímu thorakálnímu článku srostlému s hlavou. Maxillipedy jsou složeny ze dvou hlavních oddílů. Prvním je coxopodit, s laterálně vystupujícím útvarem tzv. epipoditem a druhým, větším oddílem, je basipodit, z kterého vybíhá endit nesoucí brvy a chitínové tyčinky, a také obrvené makadlo (*palpus*) (Brusca, 1997; Frankenberger, 1959).



Obrázek 2: Antenna Porcellio scaber (Frankenberger, 1959).

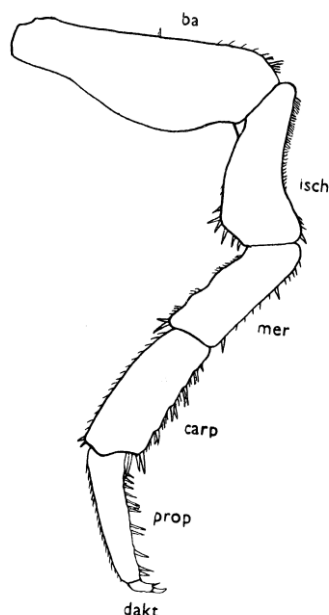
Vysvětlivky: fl- 1. článek bičíku, fl2- 2. článek bičíku, sc1- sc5 – 1. až 5. článek násadce.

Hrud'

Hrud' (*pereion*) stejnonožců je složena ze sedmi thorakálních článků, pokrytých zploštěnými, klenutými štíty (*pereionity*), které jsou navzájem propojeny blankami a do stran rozšířeny v epimery, považovány už také za první články končetin. Blanky jsou v podobě duplikatury složeny uvnitř, v prostoru mezi pereionity, a slouží tak k svinutí (*volvaci*). Samotný thorax není chráněn krunýřem, ale tělní články jsou na hřbetní straně

silně sklerotizované, zpevněné uhličitanem vápenatým (Hanzák et al., 1973; Frankenberger, 1959).

Na břišní straně pereionu se nachází, obdobně jako u cephalothoraxu, sternity, které jsou mnohem měkčí nežli pereionity. Sternity se navzájem překrývají a nesou sedm párů kráčivých končetin tyčkovitého tvaru (*pereiopody*). Tyto končetiny se vyvinuly z listových noh větvených na dvě části a to exopodit a endopodit, které vycházely ze společného základu protopoditu. Postupným zmenšováním exopoditu došlo až k jeho vymizení a tak se vyvinul tyčkovitý typ končetin. Nohy mají zploštěný tvar a se skládají ze sedmi článků: coxopodit, který je totožný se zmiňovanými epimery, basipodit, ischiopodit, meropodit, carpopodit, propodit a daktylit, který nese několik drápků (Obr. 3). U některých druhů se na končetinách projevují známky pohlavního dimorfizmu, ať už mají význam pro rozmnožování či ne. K těm znakům, které usnadňují kopulaci patří modifikace prvního a sedmého páru končetin samečků a to různými přívěšky, klepetovitými tvary končetin, či mohutnějšími trny na končetinách (Hanzák et al., 1973; Frankenberger, 1959).



Obrázek 3: Kráčivá končetina (Frankenberger, 1959).

Vysvětlivky: ba- basipodit, isch- ischiopodit, mer- meropodit, carp- carpopodit, prop- propodit, dakt- daktylit.

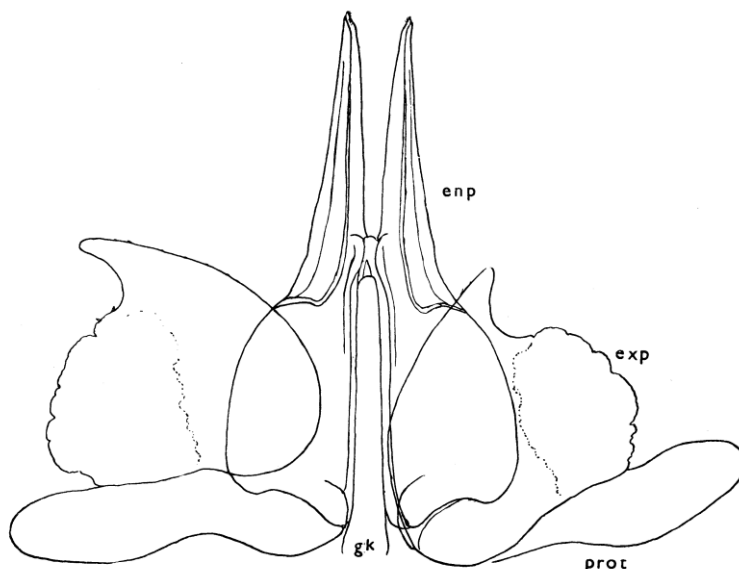
Zadeček

Zadeček neboli pleon je poslední částí těla řádu Isopoda. Původně byl složen ze sedmi článků, z kterých poslední dva splynuly v jeden, který nese název pleotelson, nesprávně však velmi často nazýván jenom podle posledního článku telson. Tvar a povrch pleotelsonu představují významné determinativní znaky. Nad pleotelsonem se pak nacházejí tři viditelné články s epimery a dva články téměř neviditelné, z důvodu jejich zakrytí epimery posledních pereionitů. Spodní části zadečku, sternity, se pod sebe nepodsouvají, jako je tomu u pereionu, ale navzájem se jenom dotýkají (Frankenberger, 1959; Warburg, 1993).

Na zadečku se také nachází končetiny, nazývané nohy zadečkové (*pleopody*) (Obr. 4). Tyto končetiny si zachovaly původní lístkovitý tvar, je jich celkem pět a jsou složeny z exopoditu a endopoditu. Pleopody jsou využívány stejnonožci jako dýchací orgány. U nižších forem plní pleopody ještě funkci žáber, kdy vnější vlhkost udržuje na endopoditech vodní vrstvu, která absorbuje kyslík a následně endopodity vydávají kysličník uhličitý. Formy žijící ve vlhkém prostředí, které jsou již přizpůsobeny životu na souši, si vodní prostředí na endopoditech vytvářejí samy pomocí žláz. Jedná se o tzv. Weberovy žlázy, které neustále produkují vodnatou tekutinu a žlázy na sternitech toraxu, rovněž vydávající tekutinu, která je žlábkou odváděna k pleonu, kde se tekutiny smíchají a zvlažují endopodity. U forem žijících na souši se vyvinuly pseudotracheální systémy, v podobě bílých skvrn na laterální straně prvního a druhého páru exopoditů. Jedná se o rozvětvené vychlípeniny pokryté jen tenkou chitínovou blankou, která umožňuje snadný přístup kyslíku do hemolymfy. Dýchací systémy u podřádu Oniscidea rozeznáváme celkem dva. Prvním je tracheoniscový systém, ve kterém jsou dýchací orgány vyvinuty na všech pěti párech exopoditů. Když jsou orgány vyvinuty jenom na prvních dvou párech exopoditů, hovoříme o porcelliovém dýchacím systému. Endopodity se uplatňují také jako pomocné orgány při kopulaci, kdy jsou první dva páry pleopoditů přeměněny na dlouhé a zašpičatělé orgány, přenášející sperma do těla samičky. Kromě špičatých výběžkatých endopoditů a lístkovitých exopoditů můžeme na zadečkových končetinách rozeznávat protopodit, který nese funkci basipoditu a část vybíhající z protopoditu, epipodit (Frankenberger, 1959; Warburg, 1993; Sedlák, 2005).

Na šestém zadečkovém článku se nacházejí zvláštní pleopody zvané uropody. Jejich tvar je však u jednotlivých druhů odlišný. Většina druhů Oniscidea má endopodit tyčinkovitýho

tvaru s vřetenovitým exopoditem a jedinci čeledě *Armadillidiidae* mají exopodity v podobě široké ploténky (Frankenberger, 1959).



Obrázek 4: První pár pleopodů (Frankenberger, 1959).

Vysvětlivky: end- endopodit, exp- exopodit, prot- protopodit, gk- genitální kužel.

1.2 Životní funkce stejnonožců

Povrchová soustava, svlékání

Povrch dorsální strany těla je sklerotizován a nese mnoho rozličných útvarů, které napomáhají determinaci jedinců. Mohou se zde nacházet různé hrbolky, výpotky kožních žláz, či nápadně podélné žebra. Na povrchu často můžeme nalézt trojúhelníkovité útvary. Tyto útvary mají různé funkce jako například ochranu, nebo udržování zásob vody a jsou ve vztahu k morfologickým, fyziologickým a etologickým adaptacím na prostředí. Samotný intergument celého těla stejnonožců pozůstává z několika vrstev a to, z chitinové vrstvy (*exoskelet*), chitinogenního epitelu (*epidermis*) a vazivové vrstvy. Vnější vrstva exoskelet pokrývá celé tělo, přičemž na pereionitech je omnoho mohutnější nežli na sternitech stejnonožců. Z břišní strany tvoří exoskelet tvrdé kusadla.

Jednotlivé druhy řádu Isopoda se mohou vyznačovat také svým zbarvením. Běžnými barvami jejich těl jsou barvy od hnědé, přes šedou až k černé, přičemž jsou způsobeny pigmentovými buňkami a barvivem obsaženém v chitinové kutikule. Mnozí jedinci bývají často světle skvrnití v místech, kde se na kutikulu upíná svalstvo. Některé druhy, nejčastěji druhy slepé a žijící v temnu, jsou i zcela bezbarvé. Na území Slovenska je příkladem *Platyarthus hoffmannseggi*, který žije v mraveništích (Frankenberger 1959; Warburg, 1993, Warburg, 1987).

Suchozemští stejnonožci (*Oniscidea*) se během svého života pravidelně svlékají. Neděje se tak jenom v průběhu vývoje jedinců, ale také v dospělosti, kdy už dosáhli své konečné velikosti. Frekvence svlékání se mění v závislosti na druhu. Například dospělé berušky (*Asellus*) se během roku svlékají dva až čtyřikrát. Početnost svlékání ale také závisí na klimatických poměrech oblastí, v kterých jedinci žijí. Během příprav na svlékání se jedinec stává slabým a malátným. Tento stav se nazývá také svlékací nemocí, kdy organismus odmítá potravu a povrch jeho těla se stane kalným. Svlékací mechanismus má několik etap, přípravní fázi a dvě fáze samotného svlékání, kdy se nejprve svleče zadní část těla a pak, po několika dnech, část přední. Na začátku přípravné fáze probíhá odlupování chitinové vrstvy od epitelu, přičemž na epitelu zůstává jenom tenká vrstvička, která nasává tělní tekutinu. Po uvolnění staré chitinové vrstvy (*exuvie*) nastávají ohyby těla, kdy se živočich opakovaně vyhrbuje. Při těchto pohybech dochází k vytvoření praskliny mezi čtvrtým a pátým pereionitem a tak se přední část exuvie oddělí od zadní. Nastává tedy první fáze svlékání, kdy se jedinec přichytí o drsný podklad a zadní část exuvie ze sebe stáhne. Tato fáze je pro organismus velice namáhavá, protože chitinová vrstva je také součástí zažívacího traktu, zejména pak pro samičky, u kterých chitinová vrstva také tvoří pohlavní vývody. Po této etapě nastává čas odpočinku, který můžeme také rozdělit do několika stádií. Prvním stádiem je zbarvování poloviny těla do sytě hnědé barvy, které trvá jednu až dvě hodiny. Nastává zvětšování těla do přípustného maxima a požívání svlečené exuvie. Třetí stadium už je spojeno se zpevňováním kutikuly a jejím tvrdnutím. Svlékání přední části exuvie probíhá přichycením prvních čtyř párů končetin o podklad a prováděním pohybů vzad a vpřed pomocí zadních tří párů pereiopodů. Po úplném svlečení se pak tělo regeneruje a během dvou až tří dní je schopné normálního života (Frankenberger 1959; Warburg, 1993).

Svalová a nervová soustava

Svalovina stejnonožců je příčně pružovaná. Je tvořena vlákny a upíná se tonofibrilami na chitínový exoskelet. V hlavohrudí se pak nachází endoskelet, který slouží na uchycení svalů v hlavové části a následně k umožnění pohybu ústních orgánů. Svalový systém řádu Isopoda pozůstává ze tří svalových skupin, a to z hřbetních (dorsálních) svalů, břišních svalů (ventrálních) a posledním typem jsou svaly dorsoventrální. Pozměněné dorsoventrální svaly slouží pro pohyb pleopodů (Frankenberger, 1959).

Nervová soustava Isopod je obdobně jako u ostatních členovců řebříčková. Mozek (*cerebrum*), ležící v cephalothoraxu, má tři oddíly. Ve předu se nachází *protocerebrum*, obsahující zrakové laloky, z nichž vychází zrakový nerv. Následuje zúžená část mozku *deutocerebrum*, ze které vychází nervy k prvnímu páru tykadel. Poslední, mohutnou částí je *tritocerebrum* inervující druhý pár tykadel. Na spodní část tritocerebrumu se napojuje řebříčková břišní páska skládající se z konektiv a ganglií, které jsou propojeny komisurami. Od ganglií vycházejí nervy přímo do svalů a kůže, podle čehož je dělíme na ganglia motorická a sensitivní (Frankenberger, 1959).

Zažívací soustava

Zažívací systém se člení podle vývoje do tří úseků, přední střevo (*stomodaeum*), střední střevo (*mesodaeum*) a zadní střevo (*proctodaeum*), přičemž přední a zadní úsek jsou původu ektodermálního a střed původu endodermálního. Tyto úseky můžeme pak rozlišovat na jícen (*oesophagus*), tvořen předním střevem a začátkem středního střeva, žaludek (*ventriculus*), který představuje úzký úsek přechodu do poslední části proctodaeumu, nazývané střevo (*intestinum*). Trávicí trubice je tvořena vnitřní vrstvou intimou, chitínovou kutikulou, epitelem a na povrchu je uložena svalová vrstva. Vylučování se uskutečňuje řitním otvorem ale také slepými výběžky z mesodaeumu, které slouží primárně k funkci trávení (Frankenberger, 1959, Warburg, 1987).

Cévní soustava

Cévní soustava řádu Isopoda je otevřená. Jejich krev je bezbarvá a pohybují se zde krvinky vytvořené v krvetvorných orgánech v perikardu, který se nachází v posledních hrudních a prvním zadečkovém článku. Krev je čerpaná ze srdce tepnami (*artériemi*) a vlévá se do

krvních lagun. V lagunách proudí krev v hřbetní části těla dopředu a v břišní části dozadu. V pleonu dochází k jejímu smíchání a pomocí dýchacích orgánů k okysličení krve. Zpět do srdce se pak krev dostává prostřednictvím žilových otvorů (*ostii*) (Frankenberger, 1959).

Reprodukční systém

Samičí pohlavní orgány jsou složeny z pohlavních žláz (*gonád*), vaječníků (*ovarium*) a vejcovodů (*oviductus*). Vejcovody se napájí na vagínu, která ústí na povrch dvěma otvory na pátém sternitu. Tento pohlavní otvor je však uzavřen chitinovou zátkou, až do doby, kdy samička pohlavně nedospěje. Až při posledním svlékání samičky před prvním pářením tato zátka odchází spolu s exuviem, ale chitinová blanka zůstává i nadále (Frankenberger, 1959; Warburg, 1993).

Samčí pohlavní orgány tvoří varlata (*testis*) a chámovody (*ductus deferens*). Z každého varlete vybíhají tři výběžky, které se před chámovody spojují a vbíhají do nich. Chámovody ústí na povrch těla různě. U některých druhů stejnonožců mohou vyústit jako výběžky zvané pohlavní kužely a někdy mohou být výběžky spojeny také jenom v jeden kužel. Samotné kužely však neslouží ke kopulaci, nýbrž jsou určeny k přenášení spermatu na endopodity druhého páru pleopodů, které kopulaci umožňují. Podobnou funkci mají endopodity prvního páru pleopodů u vyšších forem řádu Isopoda, které také napomáhají přenosu spermatu (Frankenberger, 1959; Warburg, 1993; Warburg, 1987).

Samotná kopulace probíhá následovně: Samička si lehne na hřbet a sameček si po předcházejícím obíhání okolo samičky lehne na ni. Přichytí si ji pomocí pleopodů a vsune do její vagíny své endopodity. Po úspěšném oplodnění se v těle samičky vytváří vaječný vak (*marsupium*), který se formuje při intenzívně se zvětšujícím epidermis pěti thorakálních segmentů. Význam marsupia spočívá v nošení a dozrávání oplozených vajíček. Počet vajíček také značně kolísá, tentokrát v závislosti od druhu. Příkladem mohou být rody *Ligidium*, které mohou mít jenom kolem patnácti vajíček a naopak je tomu u rodu *Armadillidium*, kde počet vajíček může dosáhnout až hodnoty tři sta i více. Samička nese mláďata zvaná *pullus* v marsupiu po dobu čtyřiceti pěti až šedesáti osmi dní, přitom od poloviny této doby nepřijímá potravu, neboť je její zažívací trubice silně potlačována rostoucími zárodky v marsupiu. Tato doba závisí na vnějších faktorech, jakými jsou například teplota nebo doba oslunění počas březosti samic, která se odehrává na jaře anebo na podzim. Zbytky po marsupiu, které na těle samičky zůstanou, si samička skryje do

záhybů epimer a odvrhne je při dalším svlékání. Po tomto svlékání může být samička zase oplodněna a to i bez předcházející kopulace. Může se tak stát díky spermiím, které zůstaly v ovariu od předešlého páření. Mláďata po donošení ještě nejsou pigmentována a místo sedmi párů pereionitů, mají párů šest. Sedmý pár bude viditelný až po prvním svlékání. Samotné svlékání a reprodukce spolu úzce souvisejí. Samička se při ní vyčerpá podobně jako při svlékání, a tedy strácí mnoho energie. U samic, které pečují o vajíčka proto může docházet k méně častému svlékání anebo se zde může projevit také menší velikost těla samičky, jak bylo prokázáno například u druhu *Armadillidium vulgare* (Frankenberger, 1959; Lawlor, 1976; Warburg, 1993).

U stejnonožců dochází v mnoha případech k hermafroditismu nebo i k intersexualitě. Příkladem pravého hermafrodita z řádu Isopoda je *Porcellio laevis*, u kterého byly pozorovány oba pohlavní znaky. Podle popisu Arcangeliho (1942) se u *Porcellio laevis* objevil kromě varlete malý vaječník. U stejnonožců se však vyskytují i případy proterandrického hermafrotismu, kdy se ze samečka během života vyvine samička, nebo naopak. Jiné výzkumy prokázaly výskyt intersexuality, konkrétně u druhu *Porcellio dilatatus* (J. a H. Legrand, 1947). Jedná se o nejasnost pohlaví, kde organismus vykazuje známky pohlaví obou, avšak neplní zcela svoji funkci (Frankenberger, 1959).

1.3 Charakteristika jednotlivých čeledí stejnonožců na území Slovenské republiky

Následující kapitola popisuje jednotlivé čeledi s prokázaným výskytem na území Slovenské republiky. Druhy, které jsou opatřeny hvězdičku (*) řadíme mezi synantropní.

Čeleď *Ligidiidae*

- nejprimitivnější skupina podřádu Oniscidea
- bičík tykadel pozůstává z deseti až třinácti zřetelných článků
- velké složené oči
- dlouhé, téměř štětínovité uropody, u samečků vývoj dvojitého genitálního kužele (Mock 2011, Frankenberger, 1959).

rod Ligidium zahrnuje následující druhy:

L. germanium (Verhoeff, 1901)

L. hypnorum (Cuvier, 1792)

Předpokládán je také výskyt druhu *L. intermedium* (Radu, 1950), avšak zatím nebyl prokázán (Mock, 2011).

Čeleď **Mesoniscidae**

- u samečků zcela chybí pohlavní kužel
- exopodity i endopodity prvního páru uropodů lístkovitého tvaru
- telson u obou pohlaví tvaru hrotu
- bičík tykadel z více než tří málo zřetelných článků
- tělo bez pigmentů a očí

(Mock, 2011; Frankenberger, 1959)

rod Mesoniscus s jedním druhem:

M. graniger (Frivaldszky, 1865).

Čeleď **Styloniscidae**

- jedinci s drobnými tělíčky
- exotické druhy, u nás jen ve sklenících
- bičík tykadel složen minimálně ze tří článků (Mock, 2011).

rod Cordioniscus

druh **C. stebbingi* (Patience, 1907)

Čeleď **Trichoniscidae**

- zastoupena druhy malých rozměrů
- hlava zaoblená, bez výraznějších čelních laloků
- telson zaoblený, nebo utatý
- bičík složen z více než tří článků, nezřetelně od sebe oddělených; poslední článek opatřen štětcem dlouhých brv
- oči složeny z jednoho nebo tří oček
- samci s výrazným pohlavním kuzelem (Mock, 2011; Frankenberger, 1959).

rod Trichoniscus

- oči složeny ze tří oček

- zastoupen druhy:

T. noricus (Verhoeff, 1917)

T. provisorius (Rakovitza, 1908) (= syn. *T. rotundatus*) (Verhoeff, 1917)

T. pusillus (Brandt, 1833) (= syn. *T. elisabethae*) (Herold, 1923)

T. pygmeus (Sars, 1898)

T. crassipes (Verhoeff, 1939) (= syn. *T. ostarrichius*) (Strouhal, 1946)- druh

s předpokládaným výskytem na území SR (Mock, 2011).

Dalším rodem je *Tachysoniscus*. Neurčený druh z tohoto rodu byl nalezen v jeskyni Leonína v Slovenském krase (Mock, 2011).

Rody s jednoduchýma očima:

rod *Androniscus*

- hladký povrch těla

- lososově růžová barva

- zastoupen druhy:

A. dentiger (Verhoeff, 1908) (nález samičky v Ponické jeskyni (Mock, 2011))

**A. roseus* (C. Koch, 1838)

rod *Hyloniscus*

- hladký povrch těla

- hnědá barva

- zastoupen druhy:

H. mariae (Verhoeff, 1908)

H. riparius (C. Koch, 1838)

H. transsilvanicus (Verhoeff, 1901)

Předpokládaným druhem je *H. vividus* (Koch, 1841).

rod *Haplophthalmus*

- hrbokatý povrch těla

- podélné žebra

- volně v přírodě

- zastoupen druhy:

**H. danicus* (Budde-Lund, 1880)

H. mengii (Zaddach, 1844) (=syn. *mengei*, syn. *perezi*)

Očekávané druhy:

H. hungaricus (Kesselyak, 1930)

H. montivagus (Verhoeff, 1940)

rod *Miktoniscus*

- hrbolkatý povrch těla
- podélná žebra
- exotické druhy, u nás pouze ve sklenících
- zastoupen druhem:

**M. linearit* (Patience, 1908)

rod *Trichoniscoides*

- hrbolkatý povrch těla
- podélné žebra
- exotické druhy, u nás v sklenících
- zastoupen druhem:

**T. albidus* (Budde-Lund, 1879)

(Mock, 2011)

Čeleď ***Buddelundiellidae***

- malé, bělavě zbarvené druhy s podélnými žebry na hřbetě
- dobrá schopnost volvace
- výskyt v zahradách a sklenících, často v humusu
- bičík složen z vícero málo zřetelných článků
- oči složeny ze tří malých oček

rod *Buddelundiella* zastoupen druhem

**B. cataractae* (Verhoeff, 1930)

(Mock, 2011)

Čeleď ***Oniscidae***

- nejrozšířenější z čeledí řádu Isopoda
- nepřítomnost pseudotracheálních orgánů
- výrazné členění článků bičíků tykadel

- chámovody samečků vyúsťují na povrch těla krátce, dvěma samostatnými otvory
- bičík tykadel tvořen třemi články
- na hlavě zřetelné čelní laloky, zadní okraj prvního pereionitu hluboce vykrojen
povrch těla viditelně zrnitý až hrbolatý (Mock, 2011; Frankenberger, 1959).

rod *Oniscus* s druhem

O. asellus (Linnaeus, 1758)

Předpokládáný je rod *Reductoniscus* (Mock, 2011).

Čeleď *Philosciidae*

- hladký povrch těla, řídké šetiny
 - telson trojúhelníkovitého tvaru, zadní okraj pereionitu nevykrojený a po stranách zaoblený
 - hlava bez čelních a postranních laloků
 - bičík složen ze tří článků
 - podle přítomnosti lišty na cephalothoraxu a vzhledu pereionitu samců členíme tuto čeleď do dvou skupin
1. skupina
- mezi čelem a temenem hlavy vpředu zřetelná lišta uprostřed přehnutá směrem dolů
 - meropodit sedmého pereiopodu samců opatřen zoubky

rod *Philoscia*

předpokládané druhy:

P. muscorum (Scopoli, 1763)

P. affinis (Verhoeff, 1909)

2. skupina

- lišta schází , přechod z čela na temeno klenbovitý
- zoubky na meropoditu sedmého pereiopodu rovněž chybí

rod *Lepidoniscus* s druhy:

L. minutus (Koch, 1838) (= syn. *L. m. minutus*, *carpathicus*, *pannonicus*, *roubali*, *germanicus*)

L. pruinosus (Carl, 1908) - předpokládaný druh
(Mock, 2011)

Čeleď *Platyarthridae*

- druhy dosahující rozměrů 2- 6 mm, málo pigmentované až úplně bezbarvé
- zdržují se v přítomnosti mravenců
- bičíky tykadel tvořeny dvěma články
- exopodity uropodů kolikovitého tvar, přesahují zadní okraj telsonu
- chybí pseudotracheje

rod *Platyarthrus* s druhy:

P. hoffmannseggii (Brandt, 1833)

P. schoblii (Budde-Lund, 1885)- druh předpokládaný na našem území, invazně se šířící s koloniemi mravence *Lasius neglectus*

rod *Trichorhina* – exotický rod s druhem

**T. tomentosa* (Budde-Lund, 1893)

(Mock, 2011; Frankenberger, 1959)

Čeleď *Porcellionidae*

- rodově i druhově velmi bohatá čeleď
- povrch těla pigmentován
- jedinci s hladkým, jemně zrnitým až hrubě hrbolatým povrchem těla
- bičík tykadel složen ze dvou dobře viditelných článků
- na exopoditech pleopodů se nachází dva páry pseudotracheálních políček
- druhy čeledi členíme do dvou kategorií:
 1. kategorie
 - pleon v porovnání s pereionem značně zúžený
 - exopodity uropodů přesahují zadní okraj telsonu
 - endopodity velmi dobře viditelné, tvaru kopí
 - na čele příčná lišta, tvarovaná ve střede přední části cepholonu do písmene V.
 - zadní okraj prvního pereionitu zaoblený (Mock, 2011).

rod *Porcellionides* (syn. *Metoponorthus*) s druhem

P. pruinosus (Brandt, 1833)

2. kategorie

- pleon nezúžený, telson poměrně protáhlý a prohloubený
- exopodity přesahují zadní okraj telsonu, avšak endopodity vyčnívají len zlehka

- na čele vytvořen lalok, zadní okraj prvního pereionitu je po stranách vykrojený a cípovitě protáhnutý (Mock, 2011, Frankenberger, 1959).

rod *Porcellio* s druhy:

**P. dilatatus* (Brandt, 1833)

**P. laevis* (Latreille, 1804)

P. montanus (Budde-Lund, 1885)

**P. scaber* (Latreille, 1804)

**P. spinicornis* (Say, 1818) (= syn. *P. pictus*) (Brandt, 1833)
(Mock, 2011).

Čeleď *Armadillidiidae*

- druhy se silně klenutým tělem, schopné dokonalé volvace
- hlava na čelní straně vybavena trojúhelnou ploténkou
- telson trojúhelníkovitého tvaru, uropody široké a zploštěné
- pleopody opatřeny dvěma páry pseudotracheálních políček
- bičík tykadel ze dvou článků (Mock, 2011; Frankenberger, 1959).

rod *Armadillidium* s druhy:

**A. nasatum* (Budde-Lund, 1885) (= syn. *A. nasutum*) (Budde-Lund, 1885)

A. versicolor (Stein, 1859) (= syn. *A. v. quinquieseriatum*) (Verhoeff, 1901)

A. vulgare (Latreille, 1804)

A. zenckeri (Brandt, 1833)

A. opacum (C. Koch, 1841)

Předpokládaný druh *A. pulchellum* (Zenker, 1799)
(Mock, 2011).

Čeleď *Trachelipodidae*

- druhově rozmanitá čeleď
- pět párů pseudotracheálních políček
- zadní okraj pereionitu značně vykrojený
- bičík tykadel složen ze dvou článků (Mock, 2011).

rod *Porcellium* s druhy:

P. collicola (Verhoeff, 1907)

P. conspersum (C. Koch, 1841)

Předpokládaný druh- *P. recurvatum* (Verhoeff, 1901)

rod *Trachelipus* (= syn. *Tracheoniscus*) s druhy:

T. difficilis (Radu, 1950) (= syn. *T. waechtleri*) (Strouhal, 1951)

T. nodulosus (C. Koch, 1838)

T. rathkii (Brandt, 1833)

T. ratzeburgi (Brandt, 1833)

rod *Nagurus* s druhem

**N. cristatus* (Dollfus, 1889)

(Mock, 2011).

Čeleď *Agnaridae*

- zadní okraj posledního pereionitu charakteristicky hluboko zvonovitě vykrojený
- povrch těla hladký, čelní lalok chybí nebo je jen slabě vyvinutý
- bičík tykadel složen ze dvou článků
- podle počtu párů pseudotracheálních políček dělíme čeleď na dvě skupiny:

1. skupina

- tři páry pseudotracheálních políček
- pleon zřetelně oddělený od pereionu

rod *Orthometopon* s druhem

O. planum (Budde-Lund, 1885)

2. skupina

- pět párů pseudotracheálních políček
- pleon zaoblený, není výrazně oddělený od pereionu (Mock, 2011).

rod *Protracheoniscus* s druhy:

P. politus (C. L. Koch, 1841) (= syn. *P. p. politus*, *carpathicus*, *slovakius*; *P. amoenus*, *P. saxonicus*, *P. mehelyi*)

Předpokládaný druh *P. franzi* (Strouhal, 1948)

(Mock, 2011).

Čeleď *Cylisticidae*

- klenuté tělo
- pět párů pseudotracheálních políček
- bičíky tykadel složeny z dvou článků, při volvaci tykadla vyčnívají (Mock, 2011).

rod *Cylisticus* s druhem

C. convexus (De Geer, 1778)

(Mock, 2011).

2 EKOLOGIE STEJNONOŽCŮ

Při posuzování ekologie stejnonožců je nutno přihlédnout ke dvěma aspektům. Prvním je přechod z mořským forem a přizpůsobení se suchozemským zdrojům potravy. Druhým je pak skutečnost, že Oniscidea hrají důležitou roli v rozkladném procesu, zvyšováním mikrobiální aktivity. Jsou to dekompozitoři, kteří při rozkladných procesech uvolňují dusík. Když však srovnáme množství dusíku vyprodukovaného stejnonožci suchozemskými a stejnonožci mořskými vidíme, že stejnonožci suchozemští produkují dusíku mnohem méně. V porovnání s druhy mořskými jsou Oniscidea celkově méně aktivní a proto se skrývají ve stínu a vlhkém prostředí. Z uvedených poznatků vyplývá, že suchozemští stejnonožci nejsou zcela adaptováni na suchozemské prostředí (Zimmer 2002; Little, 1983; Warburg, 1993).

2.1 Faktory ovlivňující výskyt stejnonožců

Jedním z nejdůležitějších faktorů, na kterých je závislá existence řádu Isopoda je vlhkost. I když jsou suchozemští stejnonožci (*Oniscidea*) přizpůsobeni životu na souši, potřebují určitý stupeň vlhkosti. Na Zemi existují i druhy xerofilní, avšak v našich zemepisných podmínkách se takové druhy Oniscidea nevyskytují. Mezi druhy střední Evropy, které nejvíce snášejí sucho patří *Porcellio montanus*, *Porcellio spinicornis* a *Tracheoniscus nodulosus*. Na druhé straně existují druhy hygofilní, které vyžadují vysokou hodnotu vlhkosti a na suchu umírají během několika minut. Nalézt je můžeme v okolí toků a zastoupeny jsou u nás rody *Ligidium*, *Hyloniscus*, *Trichoniscus* a rodem *Androniscus* (Warburg, 1993; Frankenberger, 1959).

Dalším z faktorů je půdní substrát, na kterém se pohybují, a ve kterém žijí. Oniscidea upřednostňují před písčitými a hlinitými půdami kamenitý nebo skalnatý substrát, takže můžeme říci, že jsou to živočichové petrofilní. Existují i druhy vyloženě vyžadující konkrétní druh kamenitého substrátu. Je to například *Porcellio spinicornis*, typický vápnomilný druh, vyhledávající vápencové půdy (Warburg, 1993; Frankenberger, 1959).

Kromě vlhkosti a vhodného substrátu je důležitou podmínkou života suchozemských stejnonožců také teplota. Jelikož se Oniscidea vyvinuli z mořských forem, jsou přizpůsobeny teplému klimatu. Při přechodu na suchozemské formy se sice uskutečnilo vícero adaptací, ale i tak vyhledávají Oniscidea teplejší oblasti. U nás se proto zdržují zejména v nížinách a pahorkatinách porostlých listnatými nebo smíšenými lesy (Frankenberger, 1959, Warburg, 1993). Ovlivňovány jsou však i změnami teplot na místě výskytu. Ročními obdobími, které mají největší vliv Oniscidea jsou zima a léto. V zimním období zalézají do hlubších půdních vrstev, kde přezimují. Není-li ale teplota v zimě pod bodem mrazu, půda obsahuje mnoho vody a stejnonožci mohou na jaře uhynout v důsledku utopení se. Letní období působí na stejnonožce svými vysokými teplotami, které mohou mít vliv na délku reprodukčního období. Vysoké teploty zkracují dobu vývinu mlád'at v marsupiu, ale také snižují počet vyvíjejících se mlád'at. Obdobně jako vysoké teploty, suchozemští stejnonožci neoblubují ani slunečné záření. Na rozdíl od mořských forem jsou k světlu negativně orientovány, což je ovlivněno mírou přístupné vlhkosti. Suchozemští stejnonožci vyskytující se na stanovišti s dostatečnou vlhkostí tedy sluneční záření snášejí lépe. Teplota a slunečné záření ovlivňují také diurnální aktivitu stejnonožců. Většina druhů je neaktivnější v noci a ráno a naopak nejméně pohybliví jsou stejnonožci přes poledne (Zimmer, 2004; Warburg, 1968; Hornung et Warburg 1993; Jeřábková et Tuf, 2006).

Faktorem, který také bezpochyby ovlivňuje výskyt stejnonožců je potrava. Proto Isopoda vyhledávají stanoviště s jejím dostatečným množstvím, ať už se jedná o druhy volně žijící, kterým dobře poslouží spadlé listy, mechové porosty či kusy dřeva, nebo jde o druhy synantropní, kterým bohatou potravní nabídku mohou poskytovat komposty, kupy sena, nebo i rozpadlé zpráchnivělé zdi (Frankenberger, 1959).

Všechny tyto faktory mají vliv na přežití stejnonožců. K nejvyšší míře mortality dochází během prvního měsíce života jedinců mimo marsupia. Kritické jsou pak i další dva měsíce po narození. V těchto měsících jsou jedinci ještě slabí, a příliš citliví na okolní faktory (Warburg, 1987).

Kromě těchto hlavních faktorů, existuje ještě spousta vedlejších faktorů působících na Isopoda. Jedním, nedávno zkoumaným faktorem je výskyt spárkaté zvěře na území, kde se stejnonožci vyskytují. Výzkum byl prováděn na území CHKO a BR Křivoklátsko, jehož část byla v roce 1993 oplocena. Cenologická data byla získávána již v letech 1994 - 1995 a pak v letech 2006 - 2008. Výsledky ukázaly výrazný pokles abundance Oniscidea na území

ovlivňovaném spárkatou zvěří a naopak na ploše oplocené se početnost jedinců zvýšila. Změny však nebyly natolik významné aby byla přítomnost spárkaté zvěře považována za zvlášť důležitý faktor ovlivňující výskyt stejnonožců, na rozdíl od mnoha jiných faktorů, které se za určitých podmínek a v určité míře mohou v ekologii stejnonožců odrazit (Tajovský et Aurová, 2008).

2.2 Bioindikace

Stejnonožci hrají v městském prostředí významnou roli. Mají schopnost indikovat znečištění prostředí kovy a tak umožňují monitorování životního prostředí v lokalitách ovlivněných průmyslem. Tento monitoring má také význam pro samotného člověka. Velký rozvoj průmyslu, doprava, spalování odpadů a fosilních paliv jsou doprovázeny únikem nebezpečných látek do životního prostředí. Tyto činnosti mají tedy značný negativní dopad nejen na prostředí, ve kterém žijeme, ale poškozují rovněž lidské zdraví. Některé druhy stejnonožců jsou schopny indikovat výskyt kovů, zejména měď, zinek, kadmium a olovo. Využívání těchto organismů k indikaci kovů je taktéž velmi výhodné. Dobrymi indikátory z druhů živočichů vyskytujících se ve městech by mohli být také holubi, vzniká zde však problém se vzorkováním a uskladněním jedinců, kdežto u stejnonožců tento problém odpadá. Stejnonožci jsou živočichové s hojným rozšířením, jsou relativně lehce identifikovatelní a jsou jedním z významných komponentů půdy (Dallinger et al., 1992; Paoletti et Hassall, 1999).

V současné době existuje mnoho studií a výzkumů zabývajících se indikací stejnonožců, v kterých jako bioindikační druhy nejčastěji vystupují *Porcellio scaber*, *Tracheoniscus rathkei* a *Oniscus asellus*. Tyto druhy jsou dobrými indikátory mědi, olova, rtuti a kadmia v prostředí, ve kterém žijí. Obsah kovů v půdě značně závisí na složení a textuře půdy, ale také na frekvenci zaplavení půdy v předešlých letech. Zajímavým poznatkem je skutečnost příjmu mědi a rtuti potravou, čili opadem, která má za důsledek akumulaci kovů v tělech stejnonožců vyšší než je jejich akumulace v kontaminovaném prostředí. Nosiči, které umožňují přenos kovů z potravy do těl stejnonožců jsou komplexy aminokyselin a peptidů s kovem. V tělech se pak kovy hromadí, a to zejména v hepatopankreasu, který je hlavní zásobárnou kovů, protože se v něm kumuluje přibližně patnáctkrát více přijaté mědi než je

shromážděno v ostatních částech těla. Kovy se pak prostřednictvím potravinového řetězce mohou dostávat dál, do dalších organismů a takto tedy i nepřímo pokračovat v kontaminaci (Wieser et al., 1976; Dallinger, 1992; Van Straalen et Verhoef, 1996; Jereb et al., 2003).

Akumulace v stejnonožcích se projevuje v závislosti na množství přijatých kovů. Při nízké expozici zasahují kovy vícere orgány a jejich poškození není zjevné. Při vysoké koncentraci v prostředí se tyto kovy kumulují zejména v hepatopankreasu, kde působí patologicky a nepříznivě ovlivňují život jedinců. Vysoké množství kovů se tělo snaží detoxikovat, přičemž se brzdí a znemožňuje příjem živin do organismu. Jedinec má tudíž málo energie a může dojít až k vyhladovění na smrt. Tento druh úmrtí je podle výzkumů jedním z možných způsobů jak indikovat míru koncentrace kovů na daném území (Köhler et al., 1996).

Kumulace kovů v organismech je podmíněna několika faktory. Obecnými faktory mohou být například fyziologie živočichů, hodnota pH půdního substrátu, ve kterém se kovy ukládají, nebo roční období. Některé druhy stejnonožců mají také individuální mechanismy, kterými ovlivňují příjem kovů dovnitř jejich těla. Zajímavým poznatkem je skutečnost, že stejnonožci sice přijímají kontaminovanou potravu, ale mají-li k dispozici potravu bez těžkých kovů nebo takovou, která je méně kontaminovaná, pomocí neznámého smyslu ji rozpoznají a dávají jí přednost (Dallinger et al., 1992; Drobne, 1993; Van Straalen, 1997).

Nemalý význam v množství mědi ukládané v tělech má hmotnost jedinců. S přibývajícím hmotností stoupá i míra koncentrace mědi v těle, což bylo demonstrováno na pokusech v roce 1968 na druhu *Porcellio scaber*. Tento faktor však ve větší míře ovlivnil jenom celkový obsah mědi v organismu. Množství mědi, která může být z těl extrahována se s stoupající hmotností zvyšuje také, ale už v značně nižší míře (Wiesner et al., 1976). Míra kontaminace olovem závisí zejména na okolních faktorech, tedy na tom, ve kterých částech měst se jedinci nacházejí. Množství olova v tělech stejnonožců stoupá s hustotou provozu ve městě a klesá se zvětšující se vzdáleností od hlavních dopravních koridorů a centra města. Obsah kadmia také podléhá v jednotlivých oblastech měst změnám, ale nevyskytuje se zde žádný jasný gradient a tedy není na faktorech, jako je hustota provozu, závislý. Dalším činitelem, který má jistě podíl na ovlivnění koncentrace kovů v jednotlivých částech měst je směr větru, tudíž míra koncentrace stoupá směrem k světové straně, kde je převládající vítr orientován (Dallinger et al., 1992).

2.3 Potrava

Všeobecně jsou Isopoda považovány za všežravce, živící se zbytky hub, odumřelými částmi rostlin nebo živočichů, nebo dokonce i vlastními výkaly. Požírají bakterie i plísně, ale žádný druh se neživí masitou potravou. Existují však i druhy, které si speciálně vybírají určitý druh potravy, dokonce například i druh listů či dřeva. Pojídání výkalů má určité opodstatnění. S rostoucí mikrobiální aktivitou totiž stoupá nutriční hodnota exkrementů, a proto je příjem této potravy výhodnější nežli příjem zbytků rostlin. Jiným druhem potravy jsou výkaly mravenců, kterými se živí náš myrmekofilní druh *Platyarthus hoffmannseggii*. Tento druh žije v mraveništích, ale někdy jej nalezneme i pod kameny což znamená, že zde mraveniště bylo a stanoviště ještě stále poskytuje jedincům dostatek potravy. Výskyt tohoto druhu je také výhodný pro mravence, protože požíváním jejich výkalů vlastně jejich hnízdo čistí. Někdy se *Platyarthus hoffmannseggii* v mraveništi živí také olizováním sekretů mšic, ale to jenom tehdy, když mu ho poskytnou mravenci protože ho mají přebytek a tak nebudou strádat (Warburg, 1991; Frankenberger, 1959).

Některé druhy Oniscidea (*Cylisticus convexus*) se mohou taky zdržovat v hnízdech myší, kde kromě úkrytu nalézají také vhodnou potravu (Mock et al., 2008).

Přestože je potrava důležitým faktorem života stejnonožců, studie prokázaly, že tito živočichové dokáží přežít bez jejího příjmu více než 180 dní (Drobne, 1993).

V roce 1984 Carefoot provedl výzkumy, aby zjistil požadavky na jednotlivé složky potravy stejnonožců. Objevil, že vyžadují karbohydráty (cukry, škrob, celulóza), Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} a Fe^{2+} . Nedostatek těchto potřebných živin může způsobit například poruchy růstu. V případě mědi se ale jedná o stopový prvek. Jelikož jde o těžký kov, pro správný vývin organismu je třeba jen nepatrné množství tohoto prvku (Zimmer 2002; Warburg, 1991)..

Trávení podřádu Oniscidea probíhá prostřednictvím endogenních enzymů produkovaných v hepatopankreasu v úseku středního střeva a také pomocí mikrobiálních procesů v přední části střeva zadního. Absorpce potravy je uskutečňována také za pomoci epitelu zadní části střeva, který se taktéž zapojuje do osmoregulace a vodní bilance. Samotní stejnonožci jsou ale součástí potravního řetězce, takže jsou taky pojídány. Suchozemští stejnonožci slouží jako potrava pro některé druhy ptáků a mořské formy, vyskytující se v přímořských státech jsou vhodnou potravou pro ryby (Warburg, 1991; Zimmer 2002).

2.4 Projevy chování

V závislosti na okolních faktorech Isopoda také reagují. Pro vnímání podmínek prostředí mají vyvinuty specializované receptory, které jim poskytnou potřebné informace o faktorech dané lokality.

Fischbach (1954) prokázal, že Isopoda jsou schopny rozpoznat pachy vylučované jejich vlastním druhem a tedy získávají důležité informace o vhodnosti prostředí, ve kterém hledají útočiště. Kromě této schopnosti, dokážou ještě rozeznat pachy z okolí, co jim také pomáhá hledat i na větší vzdálenosti zdroje potravy. Čidly, které umožňují toto rozpoznání pachů jsou chemoreceptory. Tyto receptory se nacházejí na prvním páru tykadel, v podobě souboru chloupků. Hoese (1989) uvádí, že také vrcholové části druhého páru tykadel dokážou rozlišovat chemické stimuly. Informace z chemoreceptorů je zprostředkována z brv na konci tykadel pomocí tekutiny, přecházející kanálky tykadel (Warburg, 1993; Little 1983; Zimmer, 2002).

Některé odezvy na podmínky pořád nejsou zcela jasné. Například okolní světlo je zaznamenáváno očima stejnonožců, avšak i slepé druhy, jako například druh *Plathyarthus hoffmannseggii*, jsou na světlo velice citlivé (Little, 1983). Výzkumy také prokázaly vztah mezi chováním suchozemských Isopoda a radiací beta- záření. Existuje zde velký předpoklad, že zmiňované chemoreceptory v horní části tykadel působí také jako receptory radiace (Kanao et al., 2002).

Odpovědi na množství vlhkosti jsou uskutečňovány pomocí hygromreceptorů. Waloff (1941) zjistil, že veškerá aktivita stejnonožců závisí od množství vlhkosti v prostředí, kde se pohybují. Názory na výskyt a podobu hygromreceptorů nejsou zcela stejné a tak není k dané problematice dostatek informací. Dle Rislera se tyto receptory nacházejí na koncových částech tykadel a fungují také jako proprioreceptory (Walburg, 1993).

Dalším projevem chování a přizpůsobování se podmínkám je pohyb podřádu Oniscidea, ať už se jedná o pohyb vertikální nebo horizontální. Například *Porcellio scaber* se pohybuje v závislosti od teplotních podmínek následovně: na jaře vystupuje do stromů a na podzim se vrací do půdy a zde přezimuje. Některé druhy se v zimě přesouvají v půdě až do hloubek několika desítek metrů (Warburg, 1993).

2.5 Volvace

Volvace je schopnost jedinců stáčet se do kuličky. Tato schopnost není výsadou Oniscidea, nýbrž celkově Isopod a setkáváme se s ní také u jiných živočichů, ať už mnohonožek nebo některých druhů měkkýšů nebo savců. Naopak samotné Oniscidea obsahují čeledě, které toho nejsou schopny. Volvace hraje důležitou roli v pasivní obraně organismu. Aby však mohla být uskutečněna, stavba organismu musí splňovat několik podmínek. Především se jedná o dostatečné klenutí tergítů, bez kterého by se jedinec nemohl dostatečně prohnout a také o přítomnost dobře vyvinutého ventrálního svalstva. Vedle těchto morfologických podmínek existuje ještě mnoho jednotlivých tvarových adaptací organismů, které volvaci ulehčují.

Volvace je vždy vykonávána kolem osy v oblasti třetího až čtvrtého pereionu. Podle toho, zda jsou při stáčení se do klubíčka tykadla jedince skryta rozeznáváme dva druhy volvace. První je volvace exoantennální, při které jsou tykadla ponechány venku, mimo „kuličky“, nebo jsou umístěna ve speciálních prohloubeninách tak, aby nenarušovaly tvar koule. Mezi zástupce tohoto typu volvace u nás patří rody *Porcellium* a *Cylisticus*. U některých druhů (*Porcellio conspersum*, *Porcellio collicolum*) můžeme také mluvit o takzvané semivolvaci, kdy mezi hlavou a telsonem zůstává velká mezera.

Dokonalé exoantennální volvace je z našich druhů schopen *Cylisticus convexus*. Stáčí se sice do tvaru rotačního elipsu, ale mezi hlavou a telsonem nezůstává žádná mezera.

Druhým typem volvace je typ endoantennální, kde jsou tykadla skryta v kuličce těla jedince. Tento typ je u nás více rozšířen, než typ předešlý. Můžeme jej pozorovat u čeledi *Tylidae*, *Buddelundiellidae* a u čeledi *Armadillidiidae* (Frankenberger, 1959).

2.6 Vodní a teplotní bilance

Tělo Isopod je z šedesáti až sedmdesáti procent tvořeno vodou. Toto množství vody však závisí jak na vnitřních faktorech (zdravotní stav), tak i na faktorech vnějších (roční období). Nejvíce vody se do těla dostává potravou, ale také vchází do těla vsakováním přes ústní, a někdy i anální otvor. Hlavní zásobárnou vody v těle je kutikula. Obsah vody v ní dosahuje hodnoty kolem padesáti čtyř procent z celkového množství vody v těle, ale i toto množství vody se různí podle pohlaví. Důležité je však zadržení vody v těle. Při přílišném

výdaji vody z těla může totiž dojít k částečnému vysušení jedince a k poškození jeho životních funkcí. Ztráty vody jsou ovlivněny nejen okolní teplotou, ale také vlhkostí prostředí (Warburg, 1993).

Obdobně, jako je tomu i u ostatních exotermních živočichů, také teplota těl Oniscidea se mění v závislosti na teplotě okolního prostředí. Endy (1953) realizoval několik výzkumů, při kterých na jednotlivé druhy Oniscideí působil určitou teplotou. V závislosti od druhů se změny teploty těl lišili, avšak pokaždé při působení vyšší teploty se u všech jedinců míra výdaju vody z těla zvyšovala (Warburg, 1993).

3 ISOPODA VE MĚSTĚ

Město je osobitým prostředím pro život původně volně žijících organismů. Společenstva stejnonožců ve městech mohou být značně odlišné od společenstev ve volné přírodě už jenom proto, že se zde vyskytují druhy exotické, které běžně v přírodě nenalezneme. Tato skutečnost může přispět k většímu druhovému bohatství ve městě nežli v přírodním lesním prostředí. Život živočichů v městě připomíná život na ostrovech, kterými jsou pro ně parky, či ostatní vegetací pokryté plochy v jinak zastavěné oblasti. Ačkoli se jedná o relativně malé plochy, tato skutečnost nehraje v jejich výskytu podstatnou roli. Limitujícími faktory pro výskyt stejnonožců ve městě jsou zejména mikroklima, čili změny teplot a vlhkosti, značně se zde lišící od těchto podmínek ve volné přírodě. Jedinci žijící zde jsou vystavováni mnohým stresovým situacím, čili umělým zásahům člověka do složek prostředí, které tvoří útočiště pro stejnonožce. K těmto disturbancím by ve volné přírodě nedocházelo a tak musí být stejnonožci na život v urbánním prostředí adaptováni různými modifikacemi. K takovýmto adaptacím patří například menší velikost těl, zvětšení ekologické valence k daným faktorům, zvýšená schopnost pohybovat se a šířit se v uměle vytvořeném prostředí. Adaptace slouží k přizpůsobení se a přežití ve městě, kde jsou živočichové neustále ovlivněni vibracemi, znečišťujícími látkami, změnami teplot a jinými procesy. Přes tyto adaptace jsou však na společenstvech žijících ve městech pozorovatelné změny, a to v jejich složení, druhové rozmanitosti a v abundanci v daném prostředí. Při porovnávání jedinců žijících v prostředí bez zásahu člověka a v prostředí člověkem přetvořeném můžeme pozorovat vícero změn, mezi které patří například změny v poměru pohlaví během ročního cyklu ve společenstvech, fekundita samic, nebo také změny v rozsahu dekompozičních procesů (Bolger, 2000; Hornung, 2007; Houghtaling et Kight, 2006; Magrini et al., 2011; Niemelä, 1992; Paoletti, 2002; Schaefer, 1982; Tajovský, 2010; Vilisics, 2007).

Vztah stejnonožců k městskému prostředí se liší v závislosti od druhů. Každý druh je závislý na jiných faktorech, a proto má jiné kritéria výběru stanovišť. Výskyt některých druhů, jako například druhu *Trachelipus ratzeburgi*, se směrem od přírodního do urbánního prostředí zmenšuje. Naopak zde existují i druhy, které jsou městskému prostředí natolik přizpůsobené, že se v městě vyskytují v mnohem hojnějším počtu nežli v prostředí neobývaném člověkem. Takovéto druhy nazýváme druhy synantropní, a jejich nejhojnějším zástupcem je druh *Porcellio scaber*. Druhy žijící v městě jsou sice

přizpůsobeny prostředí obývaném člověkem, ale ke svému životu potřebují potravu, kterou nejčastěji získávají v podobě opadu z vegetace, čili v urbánním prostředí vyhledávají travnatá území, která se co nejvíce podobají přírodním stanovištím (Jordan and Jones 2002; Magura et al., 2008).

Život stejnonožců ve městech má ovšem svůj význam. Některé druhy, jako například *Tracheoniscus rathkei*, *Oniscus asellus* nebo *Porcellio scaber* mají důležitou funkci v indikaci kovů, a tak napomáhají výzkumům v dané sféře, které mohou být prospěšné v budoucí prevenci týkající se omezování znečišťování prostředí, ovlivňující zdraví mnoha lidí (Dallinger et al., 1992).

Na území Slovenské republiky bylo zaznamenáno celkem třináct druhů, které žijí buď výlučně ve městech, nebo jim vyhovuje jak přírodní tak synantropní prostředí, mezi nimi *Cordioniscus stebbingi*, *Androniscus roseus*, *Haplophthalmus danicus*, *Miktoniscus linearis*, *Trichoniscoides albidus*, *Trichorhina tomentosa*, *Porcellio spinicornis*, *Porcellio dilatatus*, *Porcellio laevis*, *Porcellio scaber*, *Armadillidium nasatum*, *Nagurus cristatus* a *Protracheoniscus major*. Mezi synantropní druhy, kterých výskyt je u nás předpokládán, nebo se v blízké době očekává jejich nalezení patří *Buddelundiella cataractae* a *Reductoniscus constulatus* (Mock, 2011).

Porcellio dilatatus je druhem, který se vyskytuje zejména ve sklepích a druhy jako *Porcellio scaber*, *Porcellio laevis* a *Metoponorthus pruinus* se zase často nacházejí v zahradách. Speciální skupinou jsou druhy obývající skleníky. Tyto druhy nazýváme také exotické, protože jsou zřejmě dovlečeny rostlinami z jižních krajín a u nás běžně nežijí. Jediným místem, kde mohou přežít jsou tedy skleníky, které jim poskytují dostatečné teplo. Ve Slovenské republice byly nalezeny druhy *Armadillidium nasatum*, *Miktoniscus linearis*, *Trichoniscoides albidus*, *Trichorhina tomentosa* a druhy čeledi *Styloniscidae* (Frankenberger, 1959; Mock, 2011).

Naproti tomu v České republice můžeme nalézt tyto druhy žijící ve městech: *Androniscus roseus*, *Haplophthalmus danicus*, *Porcellio spinicornis*, *Porcellio dilatatus*, *Porcellio laevis*, *Porcellio scaber*, *Armadillidium nasatum*, *Buddelundiella cataractae* a *Protracheoniscus major* (Tuf a Tufová, 2008).

4 METODY STUDIA STEJNONOŽCŮ

Zkoumání stejnonožců zahrnuje jejich sběr, konzervaci a následovné determinaci druhů. Nejprve však musíme zvolit vhodná místa, kde jedince hledat. Z již popsaných závislostí na faktorech vyplývá, že se jedinci budou zdržovat na teplejších a vlhkých stanovištích, tedy v okolí toků nebo u stojatých vod. V suších oblastech je objevíme nejlépe tam, kde tlí organické látky jako spadané listí, dřevo nebo detrit ve starých pařezích. V zahradách je můžeme snadno nalézt v kompostech, nebo ve stozích slámy a při pátrání po stejnonožcích v půdě nám nejlépe poslouží půdy pískovité nebo štěrkovité (Frankenberger, 1959).

4.1 Způsoby sběru a úprava materiálu

Metody sběru

Ke sběru stejnonožců možno využít vícero metod. První z nich je velmi známá a osvědčená metoda zemních pastí. Tato metoda je finančně nenáročná. Zemní past si můžeme vytvořit svépomocně z lehce dostupného materiálu. Jedná se o zavedení zavařovací sklenice, nebo i plastového kelímku do země tak, aby okraje nádoby splývaly s povrchem země. Zavedenou nádobu je pak třeba naplnit fixačním činidlem, aby se lapenému materiálu nepodařilo z pasti uniknout. Posledním úkolem při zřizování zemních pastí je zajistit je před nežádoucími vlivy počasí, jako jsou déšť nebo kroupy a také zabránit vniku a zachycení se jiným živočichům, například ještěrkám. Tento cíl můžeme dosáhnout přikrytím nádoby stříškou vyrobenou z plechu, nebo přírodního materiálu jako jsou větve nebo kusy kůry (Riedel et al., 2009).

Dalším způsobem jak nashromáždit stejnonožce je ruční sběr. Na tento sběr je nutné pořídit si nástroje na uchopování, nejlépe pinzety nebo entomologický exhaustor, kterého výhodou je nízké riziko poškození aparátů sbíraných jedinců. Nejlepšími místy pro ruční sběr jsou odvalené kameny nebo kmeny stromů.

Třetí používanou metodou je tepelná extrakce půdních vzorků. Tato metoda je založena na principu pozitivní geotaxe a teplotního a vlhkostního gradientu. Půdní fauna je tak přitahována dolů a přepadává přes síto do fixačního činidla (Riedel et al., 2009; Štrichelová, 2008).

Zpracování materiálu

Po shromáždění exemplářů nastává fáze úprav a konzervace. Nejprve je nutno poznamenat, že je třeba zaznamenávat veškeré sběry, místa, popis lokality a obdobné informace, které nám mohou být prospěšné k následovní determinaci druhů a k vyhodnocení sběru.

Nasbírané jedince je třeba ještě v terénu řádně vložit do připravených epruvet a zakonzervovat, nejlépe 60 - 70% lihem. Silnější alkohol může způsobit přílišné ztvrdnutí materiálu spojené s dalšími komplikacemi při preparaci. Pro ulehčení a zpřehlednění práce je dobré rozdělit exempláře do vícero epruvet podle velikosti, případně podle tvrdosti jedinců. Po příchodu z terénu je podstatným krokem vyměnění alkoholu, kterým předejdeme znehodnocení jedinců jejich vlastními výměšky, nebo jinými nečistotami. Po determinaci, nebo i k delšímu uskladnění jedinců využijeme rovněž epruvety naplněné alkoholem. Do epruvety vložíme štítek s popiskem a pod její uzávěr je dobré vložit chumáček vaty, aby zabránil poškození jedinců. Důkladným uzavřením epruvet sice omezíme vypařování lihu, ale vhodné je také vložit všechny epruvety do zavařovací láhve naplněné rovněž alkoholem a uzavřené gumovým těsněním (Frankenberger, 1959).

4.2 Ověřování poznatků v praxi

Studium stejnonožců jsem doplnila o vlastní zkušenosti při realizaci výzkumu stejnonožců v oblasti mého bydliště, tedy v obci a v okolí obce Smrdáky. Výzkum pozůstával ze sběru, determinace a celkové analýzy nasbíraného materiálu.

Sledované území

Smrdáky se nacházejí v okrese Senica, v Trnavském samosprávním kraji na západě Slovenské republiky. Tato obec se rozprostírá v Záhorské nížině, která je součástí province s názvem Západopanónská pánev. Konkrétně patří Smrdáky do území Chvojnické pahorkatiny ležící na úpatí Bílých Karpat ve výběžku Záhorské nížiny.

Obec můžeme zařadit do oblasti s teplým a mírně vlhkým klimatem. Pro území jsou charakteristické severozápadní a jihovýchodní větry přivánuté z Malých Karpat (Gímeš et al., 1995).

Pomůcky a metodika

K výzkumu byly využívány dvě metody sběru a to metoda zemních pastí a individuální sběr. K nahromadování a zpracování materiálu mi sloužili již vzpomínané pomůcky v odstavci metody sběru (viz str.39).

Zemní pasti jsem vyhotovila z plastových kelímků a fixačním činidlem byl 4% roztok formaldehydu. Pasti byly rozmístěny na odlišných stanovištích (S_1 - S_5), aby bylo možné porovnat, kde a proč se jedinci vyskytují nejvíce.

S_1 - zahrada v centru obce

S_2 - lem cestní komunikace

S_3 - travnatá plocha vinic nad obcí

S_4 - park v obci

S_5 - území bývalé černé skládky odpadů

Pasti jsem vybírala nepravidelně, avšak pokaždé minimálně dvakrát do měsíce. Vše bylo zapisováno do terénního zápisníku s příslušným datem, místem výběru a výsledkem.

V okolí stanovišť (S_1 - S_5) jsem pak uskutečňovala individuální sběr pomocí pinzety a exhaustoru. Používaný exhaustor byl vyroben z plastového válečku, gumové hadičky a jako filtr byla použita gáza.

K následovní determinaci a analýze jsem využívala Petriho misky, pinzety, mikroskop, 60% líh a publikace potřebné k determinaci. K tomuto účelu mi sloužil klíč nacházející se v knize Fauna ČSR od Zdeňka Frankenbergera, Klíč určování bezobratlých od Jana Buchara a klíč pod názvem Bestimmung wirbelloser Tiere im Gelände, kterého autorem je Hans Joachim Müller.

Výsledky výzkumu

Sběr jedinců na zkoumaném území byl umožněn za pomoci dvou metod, ze kterých byla úspěšnější metoda ručního sběru, pomocí které byla nashromážděna většina materiálu, což není u této skupiny živočichů velmi obvyklé. Běžněji používanou metodou jsou zemní pasti, které v mém výzkumu hrály méně podstatnou roli nežli sběr individuální.

Na daném území bylo nalezeno celkem 224 jedinců, ve kterých byly zastoupeny čtyři druhy. Výzkum prokázal, že se na zkoumaném území vyskytuje převážně jeden druh a to stínka obecná (*Porcellio scaber*), reprezentován v mnou nasbíraném materiálu sto osmdesáti třemi jedinci. Pouze čtyřicet jedna jedinců příslušelo k odlišným druhům, z toho třicet dva jedinců patřilo k druhu svinka obecná (*Armadillidium vulgare*), osm nalezených jedinců bylo druhu beruška mravenčí (*Platyarthrus hoffmannseggii*) a jeden jedinec patřil k druhu stínka mokřadní (*Lygidium hypnorum*). Nejvíce jedinců bylo nalezeno na stanovištích S₁ (zahrada v centru obce) a S₂ (lem cestní komunikace), kde se jedinci nejčastěji skrývali pod kameny nebo pařezy.

Tabulka 1: Výskyt druhů na jednotlivých stanovištích

Druh	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	Celkem
<i>Porcellio scaber</i>	87	81	2	13	0	183
<i>Platyarthrus hoffmannseggii</i>	0	7	1	0	0	8
<i>Armadillidium vulgare</i>	0	32	0	0	0	32
<i>Lygidium hypnorum</i>	0	0	0	1	0	1

5 DISKUZE

Studium stejnonožců bylo rozšířeno o praktickou část, která umožnila především pozorování jednoho druhu a to stínky obecné (*Porcellio scaber*). Nejvíce jedinců se vyskytovalo v těsné blízkosti lidských obydlí a jejich početnost klesala s posunem do prostředí přírodního. Tento získaný poznatek potvrzuje zařazení druhu *Porcellio scaber* mezi druhy synantropní. Stínka obecná je jedním z druhů, které jsou schopny vdechovat sušší vzduch, tedy nejsou tolik závislé od vlhkosti (Bennett, 2000). Daný fakt může být důvodem proč se v tak hojném počtu nachází v sledovaném území, kde humidita není příliš vysoká.

Nízká druhová rozmanitost a nevysoký počet jedinců v nasbíraném materiálu jsou důsledkem neúspěšnosti metody zemních pastí. Metoda ručního sběru, kterou byla získána většina materiálu totiž umožňuje sběr pouze povrchově aktivních jedinců.

V příštím výzkumu bych pozměnila zejména délku doby výzkumu, která nebyla dle mého názoru dostatečná. Hlavní roli zehráli mé zdravotní potíže během letních měsíců, které jsou pro sběr jedinců nejideálnější. Dále bych se snažila o větší úspěch metody zemních pastí a to zavedením jejich hojnějšího počtu a také lepším zabezpečením před vlivy počasí.

ZÁVĚR

Tato práce se zabývá charakteristikou stejnonožců a jejich ekologií v městském prostředí. Převažující rešeršní část měla za úkol seznámení se s mnohými zákonitostmi ze světa stejnonožců (*Isopoda*), které pak byly ověřeny v praxi orientačním výzkumem realizovaném v okolí lidských sídel. Práce obeznamuje se stavbou těl stejnonožců a zvláštní pozornost věnuje jejich zařazení se do životního prostředí a jejich významu v něm.

Při výzkumu byl materiál nashromažďován pomocí dvou metod, a to pomocí zemních pastí a individuálním sběrem. Byly nalezeny čtyři druhy z řádu Isopoda a to stínka obecná (*Porcellio scaber*), svinka obecná (*Armadillidium vulgare*), берушка mravenčí (*Platyarthrus hoffmannseggii*) a stínka mokřadní (*Lygidium hypnorum*). Získaný materiál se skládal převážně z druhu *Porcellio scaber*. Tento výsledek demonstuje výskyt stínky obecné v prostředí obývaném člověkem, čili potvrzuje jeho správné zařazení mezi druhy synantropní.

Stejnonožci se mohou jevit jako jedinci nezajímaví a pro některé lidi možná odporní, ale mně tyto živočichové velmi zaujali a jejich výzkumem se hodlám zabývat i nadále, a to v mé diplomové práci. V ní se chci zaměřit na zkoumání výskytu stejnonožců v závislosti na stupni ovlivnění člověkem, hodnotě pH a míře vlhkosti. Jako lokalita mého výzkumu mi bude sloužit hornická krajina, kde bude na vymezených čtverečných plochách sledována početnost a druhová rozmanitost společenství stejnonožců v závislosti na působících faktorech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. **Bennett M Stuart.** Porcellio scaber. *The Pied Piper* [on-line]. PiedPiper Northern Limited, 2000 [cit. 2011-02-27]. Dostupné na WWW: < <http://www.the-piedpiper.co.uk/th11c%282%29.htm>>.
2. **Bolger, Douglas T. ; Andrew V. Suarez; Kevin R. Crooks; Scott A. Morrison and Ted J. Case.** Arthropods in urban habitat fragments in southern California: area, age, and edge effect. *Ecological Applications*. Esa, 2000, 10:1230–1248.
3. **Brusca, Richard.** Isopoda. *Tree of life*. Version 06 August 1997 [on-line]. 1997, [cit. 2011-01-29]. Dostupné na WWW: <<http://tolweb.org/Isopoda/6320/1997.08.06>> in The Tree of Life Web Project, <http://tolweb.org/>.
4. **Buchar, Jan.:** Klíč k určování bezobratlých . 1. vyd. Praha : Scientia, 1995, 285 s. ISBN 80-85827-81-6.
5. **Dallinger, Reinhard; Berger, Burkhard and Birkel, Stefan.** Terrestrial isopods: useful biological indicators of urban metal pollution. *Oecologia*. Springer- Verlag, 1992, 89: 32-41.
6. **Drobeňová, Slavomíra a Mock, Andrej.** Spoločenstvá mnohonôžok (Diplopoda) a suchozemských rovnakonôžok (Oniscidea) ako súčasť epigeickej makrofauny botanickej záhrady UPJŠ v Košiciach. In *Zborník vedeckých prác doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov "Mladí vedci 2009"*. Nitra: UKF, 2009, s. 413- 421. ISBN 978-80-8094-499-5.
7. **Drobne, Damjana and Hopkin, Steve P.** Ecotoxicological laboratory test for assessing the effects of chemicals on terrestrial isopods. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 1993. Springer Verlag New York, 1994. Volume 53, Number 3, s. 390-397.
8. **Farkas, S ; Hornung Elizabeth and Fischer, E.** Toxicity of Copper to *Porcellio scaber* Latr. (Isopoda) Under Different Nutritional Status. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. Springer Verlag New York, 1996. Volume 57, Number 4, 582-588.
9. **Frankenberger, Zdeněk.** Fauna ČSR Stejnonožci suchozemští. Svazek 14 - Oniscoidea. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1959, 215 s.

10. **Gímeš, Roman et al.** *Příroda a její ochrana v okrese Senica*. Okresný úrad životného prostredia Senica, 1995, 59 s. ISBN 80-967408-5-7.
11. **Hanzák, Jan; Halík, Ladislav a Mikulová, Marie.** *Světlem zvířat, V.díl (1. část) Bezobratlí*. Praha: Albatros, 1973, 325 s. ISBN 13-214-KMČ-80.
12. **Hopkin, Steve P.** Species- specific differences in the net assimilation of zinc, cadmium, lead, copper and iron by the terrestrial isopods *Oniscus asellus* and *Porcellio scaber*. *Journal of Applied Ecology*. 1990 British Ecological Society. 27: 460- 474.
13. **Hornung, Elizabeth and Warburg, Michael R.** Oosorption and oocyte loss in a terrestrial isopod under stressful conditions. *Tissue and Cell*. Elsevier Ltd. 1994. Volume 26, Issue 2, April 1994, s. 277-284.
14. **Hornung, Elisabeth; Tóthmérész, Béla; Magura, Tibor a Vilisics, Ferenc.** Changes of isopod assemblages along an urban- suburban- rural gradient in Hungary. *Science Direkt. European Journal of Soil Biology* [on-line]. Elsevier Masson SAS, 2007, 43: 158-165 [cit. 2011-02-16]. Dostupné na WWW: <<http://ecology.science.unideb.hu/files/125-EurJSoilBiol-GN-Isopods.pdf>>. ISSN: 1164-5563.
15. **Houghtaling, Katie and Kight, Scott L.** Turn aleternation in response to substráte vibration by terrestrial isopods, *Porcellio laevis* (Isopoda: Oniscidea) from rural and urban habitats in New Persey, U.S.A. *Entomological news* [on-line]. Bio One, 2006, 117(2):149-154. [cit. 2011-03-08]. Dostupné na WWW: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.3157/0013872X%282006%29117%5B149:TAIRTS%5D2.0.CO%3B2?prevSearch=&cookieSet=1>>.
16. **Jereb ,Vesna; Horvat, Milena; Drobne, Damjana and Pihlar, Boris.** Transformations of mercury in the terrestrial isopod *Porcellio scaber* (Crustacea). *The Science of The Total Environment*. 2002 Elsevier Science, 2003, Volume 304, Issues 1-3, 20 March 2003, s. 269-284.
17. **Jeřábková, Eva a Tuf, Ivan H.** Kdy běhají stejnonožci (Isopoda: Oniscidea)? In Bryja, Jozef a Zukal, Jan (eds). *Zoologické dni Brno 2006. Sborník abstraktů z konference 9.-10. února 2006*. Ústav biologie obratlovcu AV CR, 2006, s. 44-45. ISBN 80-903329-4-3.

18. **Jordan, Kyle K. and Jones, Susan C.** Invertebrate fauna associated with mulch in urban environments. In Jones, Susan C.; Zhai, Jing and Robinson, Wm H. (eds.). *Proceedings of the 4th International Conference on Urban Pests*. [on-line]. 2002, s. 87- 94 [cit. 2011-03-08]. Dostupné na WWW: <<http://www.icup.org.uk/reports%5CICUP208.pdf>>.
19. **Kanao, Tomoko; Miyachi Yukihiša and Yamada Takeshi.** Terrestrial isopods congregate under a low/ level beta/ emitter source. *PubMed* [on-line]. US National Library of Medicine, 2002, 63(2):199-205 [cit. 2011-01-31]. Dostupné na WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12363271>>.
20. **Köhler, Heinz-R. ; Hiittenrauch, Kerstin; Berkus, Martin; Gräff, Sybille and Alberti, Gerd.** Cellular hepatopancreatic reactions in *Porcellio scaber* (Isopoda) as biomarkers for the evaluation of heavy metal toxicity in soils. *Applied Soil Ecology*. 1996 Published by Elsevier Science B.V. Volume 3, Issue 1, January 1996, s. 1-15.
21. **Laskowsky, Ryszard; Maryański, Maciej; Pyza, Elżbieta a Wojtusiak, Janusz.** Sublethal toxicity teste for long-lived Iteroparous invertebrates: searching for a sollution. In Van Straalen, Nico M. a Krivolutsky, Dmitri A. (eds.). *Bioindicator systems for soil*. Kluwer Academic Publishers. 1996, s. 45- 47.
22. **Lawlor, Lawrence R.** Molting, growth and reproductive strategies in the terrestrial isopod, *Armadillidium vulgare*. *Ecology*. Vol. 57, No. 6: 1179- 1194.
23. **Little, Colin.** The colonisation of land: origins and adaptations of terrestrial animals. *Cambridge University Press*, 1983, 299 s.
24. **Magrini, Mariana J.; Freitas , André V. L. and Uehara-Prado, Marcio.** The effects of four types of antropogenic disturbances on composition and abundance of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). *Zoologia*. Sociedade Brasileira de Zoologia, 2011, 28 (1) February, 2011, s. 63–71.
25. **Magura, Tibor; Hornung, Elisabeth and Tóthmérész, Béla.** Abundance patterns od terrestrial isopods along an urbanisation gradient. *Community ecology* [on-line]. Akadémiai Kiadó, 2008, vol. 9, 1:(June 2008): 115-120 [cit. 2011-03-08]. Dostupné na WWW: <<http://www.akademiai.com/content/t7542314611307x0/>>. ISSN: 1588-2756.

26. **Mišurcová, Jana.** *Atlas rozšíření suchozemských stejnonožců (Isopoda: Oniscidea) v České republice s příspěvkem k poznání společenstev fragmentované krajiny.* Univerzita Paladského v Olomouci, 2007.
27. **Mock, Andrej.** *Oniscidea Slovenska. Prehľad čeladi a rodov, znaky.* Andrej Mock. Aktualizované: január 2011.
28. **Mock, Andrej; Stanko, Michal a Čanády, Alexander.** Hniezda myši kopčiarky (*Mus spicilegus*) ako rezervoár pôdnej makrofauny (Oniscidea, Diplopoda). In Mock, Andrej (ed.). *6. česko-slovenský miriapodologický seminár, Opátka, Slovensko, 15.-17.10.2008. Zborník abstraktov.* 2008 Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, s. 8. ISBN 978-80-7097-715-6.
29. **Müller, Hans Joachim.** *Bestimmung wirbelloser Tiere im Gelände.* Bildtafeln für zoologische Bestimmungsübungen und Exkursionen. 1. Aufl. 147 Tafeln und 2 Abbildungen. 1985. Preis 17.50. Gustav Fischer Verlag Jena. Bestellnummer 534 0789.
30. **Niemelä, Jari.** Is there a need for the theory of Urban ecology? *Urban ecosystems.* Kluwer Academic Publishers, 1999, 3: 57-65.
31. **Palkovičová, Slavomíra a Mock, Andrej.** Spoločenstvá suchozemských rovnakonôžok (Oniscidea) a mnohonôžok (Diplopoda) botanickej záhrady Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach. In *Zborník abstraktov z konferencie 13. Feriancove dni.* Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave. 22. november 2007, s. 29- 30.
32. **Palkovičová, Slavomíra a Mock, Andrej.** Epigeická makrofauna (Oniscidea, Diplopoda) Botanickej záhrady Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach. In Littera, Pavol a Budzáková, Monika (eds.). *Študentská vedecká konferencia, 23. apríl 2008, Bratislava. Zborník príspevkov- 1.zväzok.* IRIS s.r.o., 2008, 358 s: 242- 244. ISBN 978-80-89238-16-3.
33. **Paoletti, Maurizio G. and Cantarino, Carlos Martin.** *Sex ration alternations in terrestrial woodlice populations (Isopoda: Oniscidea) from agroecosystems subjected to different agricultural practices in Italy.* Elsevier, 2002. Applied Soil Ecology 19 (2002) 113–120.

34. **Paoletti, Maurizio G. and Hassall, Mark.** Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Elsevier Science B.V., 1999. Volume 74, Issues 1-3, June 1999, s. 157-165.
35. **Riedel, Pavel; Navrátil, Marek; Tuf, Ivan H. a Tufová, Jana.** Terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea) and millipedes (Diplopoda) of the City of Olomouc (Czech Republic). In Tajovský, Karel, Schlaghamerský, Jiří a Pižl, Václav (eds.). *Contributions to Soil Zoology in Central Europe III*. České Budějovice, 2009, s. 125-132. ISBN 978-80-86525-13-6.
36. **Sedlák, Edmund.** *Zoologie bezobratlých*. Druhé přepracované vydání. Masarykova univerzita, 2005.
37. **Schaefer, M.** Studies on the arthropod fauna of green urban ecosystem. *Illumina*. [on-line]. CSA 1982 [cit. 2011-03-08]. Dostupné na WWW:
<<http://md1.csa.com/partners/viewrecord.php?requester=gs&collection=ENV&recid=747578&q=Studies+on+the+arthropod+fauna+of+green+urban+ecosystems.+Schaefer%2C+M&uid=788695969&setcookie=yes>>.
38. **Schmalfuss, Helmut.** *World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea)*. – *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, Serie A. Stuttgart, 2003. Nr. 654: 341 s.
39. **Štrichelová, Jana.** *Spoločenstvá suchozemských rovnakonožiek na vybraných lokalitách Bílých Karpát*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 2008.
40. **Tajovský, Karel.** Isopoda (stejnonožci). In Farkač, Jan, Král, David a Škorpík, Martin [eds.]. *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in Czech republic. Invertebrates*. 2005 Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha; 760 s: 104-105. ISBN: 80-86064-96-4.
41. **Tajovský, Karel a Aurová, Klára.** Ovlivňují vysoké stavy spárkaté zvěře půdní faunu? Výsledky dlouhodobého sledování společenstev mnohonožek, stonožek a suchozemských stejnonožců v lesních prostorech CHKO a BR Křivoklátsko. In Mock, Andrej (ed.) *6. česko-slovenský miriapodologický seminář, Opátka, Slovensko, 15.-17.10.2008. Zborník abstraktov*. 2008, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, s. 12-13. ISBN 978-80-7097-715-6.

42. **Tuf, Ivan H. a Tufová, Jana.** *Proposal of ecological classification centipede, millipede and terrestrial isopods faunas for evaluation of habitat quality in Czech Republic.* Cas. Slez. Muz. Opava (A), 2008, 57: 37-44. ISSN 121 1-3026.
43. **Van Straalen, Nico M. and Verhoef, Herman A.** The development of a bioindicator systém for soil acidity based on arthropod pH preferences. *Journal of Applied ecology.* British Ecological Society, 1997, Vol. 34, No. 1 (Feb., 1997), s. 217-232.
44. **Vilicsics, Ferenc; Elek, Zoltán; Lövei, Gábor L. and Hornung, Elisabeth.** *Composition of terrestrial isopods assemblages along an urbanisation gradient in Denmark.* 2007 Elsevier GmbH. *Pedobiologia* 51 (2007) s. 45- 53.
45. **Vokálová, Alexandra; Tuf, Ivan H. ; Vilicsics, Ferenc and Hornung, Elisabeth.** The truth about forest and urban populations of *Trachelipus rathkii*. Was Henry Thoreau right? In Tajovský Karel (ed.). *7. česko - slovenský myriapodologický seminář, České Budějovice, Česká republika, 8. – 9.4.2010. Sborník abstraktů.* Ústav půdní biologie, Biologické centrum Akademie věd České Republiky, 2010, s. 19. ISBN 978-80-86525-18-1.
46. **Vostal, Zdeněk.** *Vybrané kapitoly zo zoologie.* 1. vyd. UPJŠ Košice, 2003, 36 s. ISBN 80-7099-913-6.
47. **Warburg, Michael R.** Behavioral Adaptations of Terrestrial Isopods. *Oxford journals.* American Society of Zoologists, 1968, Vol. 8 (3): 545-559.
48. **Warburg, Michael, R.:** Evolutionary biology of land isopods. Berlin : Springer, 1993, 159 s. ISBN 3-540-56040-8.
49. **Warburg, Michael R.** Isopods and their terrestrial environment.. In MacFadyen, Amyan. *Advances in ecological research.* Academic Press Inc. (London) Limited, 1987, Vol. 17, 412: s. 187- 229. ISBN: 0-12-013917-0.
50. **Wieser, Wolfgang; Busch, Günther and Büchel, Lotte.** Isopods as Indicators of the Copper Content of Soil and Litter. *Oecologia.* Springer- Verlag, 1976, 23: s. 107-114.

51. **Winkler, Jozef Rudolf.** *Sbíráme hmyz a zakládáme entomologickou sbírku.* Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1974. ISBN 07-033-74-03/16.
52. **Zimmer, Martin.** Nutrition in terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea): an evolutionary-ecological approach. *Cambridge Journals* [on- line]. Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society, 2002, 77: s.455-493, published online: 11 Dec 2002 [cit. 2011-01-31]. Dostupné na WWW:
<<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=135295>>.
53. **Zimmer, Martin.** Effects of temperature and precipitation on a food plain isopod community: a field study. *European Journal of Soil Biology.* Elsevier, 2005. Volume 40, Issues 3-4, July-December 2004, s. 139-146.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Stavba těla stejnonožců (Frankenberger, 1959).....	11
Obrázek 2: Antenna <i>Porcellio scaber</i> (Frankenberger, 1959)	13
Obrázek 3: Kráčivá končetina (Frankenberger, 1959).....	14
Obrázek 4: První pár pleopodů (Frankenberger, 1959)	16